Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Berlin
Abteilung für Zahnerhaltung
(Direktor Prof. Dr. med., Dr. med. dent. E. Wannenmacher)

Frakturen an Wurzelkanalinstrumenten

ihre Ursache, Verhütung und Beseitigung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des zahnärztlichen Doktorgrades der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

vorgelegt von

Werner Klammt

aus Görlitz

Tag der Promotion: 3. 4. 1941

Druck von Hoffmann & Reiber in Görlitz

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. med. L. Kreuz
Referent: Dr. med. Dr. med. dent. E. Harndt
Korreferent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. E. Wannenmacher

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550807_0142

Der Bruch eines Instrumentes im Wurzelkanal ist ein Vorkommnis, das meist recht unangenehme Folgen hat. Ist das Instrument zu fassen, so bietet seine Entfernung keine wesentliche Schwierigkeit. Ungünstiger aber liegen die Dinge, wenn die einfache mechanische Entfernung wegen der unzugänglichen Lage des Fragmentes nicht gelingt. Immer ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß auch bei sauberem Arbeiten und bei Vorliegen einer auch nur partiellen Pulpitis (als günstigsten Fall) Erreger in den Wurzelkanal eingedrungen sind, die sich in dem guten Nährboden, den das zerfetzte Pulpengewebe oder die seröse Flüssigkeit bietet, außerordentlich schnell ausbreiten und in das apikale Paradentium eindringen.

Wir wissen, daß eine Resektion zum Erfolg führt, wenn das Bruchstück nach Abtragen der Wurzelspitze durchgezogen oder zurückgestoßen werden kann. Dagegen ist das Verbleiben des Fragmentes im resezierten Zahn, der von apical mit Amalgam verschlossen wurde, schon problematisch, weil infolge Resorption später wieder eine Verbindung des Wurzelkanalinhaltes mit dem periapikalen Narbengewebe eintreten kann und der Erfolg der Wurzelspitzenresektion nur ein kurzer war. Der Versuch, den Wurzelkanal, in dem ein Instrument zurückgeblieben ist, durch Diathermiebehandlung keimfrei zu machen, kann nicht gelingen, weil das metallische Fragment den Strom leitet und dadurch in der Länge dieses Leiters eine Verkochung und damit die Sterilisation verhindert.

Es bleibt also nichts anderes übrig, als das Instrument aus der Wurzel zu entfernen. Da die chirurgische Methode erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit entwickelt wurde und im allgemeinen nur an Frontzähnen einschließlich der Praemolaren Verwendung findet, hat man nach Wegen gesucht, den Kanal wieder durchgängig zu machen. Schon 1877 wird das Jod erwähnt (Fricke), das noch heute mit einigen seiner Verbindungen als das zweckmäßigste Element zur Auflösung des Stahls an-

zusehen ist. Zu gleicher Zeit empfiehlt Schreiter schon die Extraktion mit anschließender Replantation nach Versorgung des Kanals. In demselben Jahr wird auch die mechanische Entfernung mit einer neuen, gezahnten Nadel angegeben (Schmidt) und 12 Jahre später die Heraushole-Instrumente von Truemann und Beutelrock. Erst 1891 wird erstmalig eine anorganische Säure für diesen Zweck verwendet. 1913 veröffentlicht Schuster seine Sektionsmethode der Zahnwurzel, daher muß schon vorher die Abtragung der Wurzelspitze bis zum Nadelstück üblich gewesen sein. 1918 gibt Waas das Jodtrichlorid und 1921 Bruy das Jodjodkalium als Lösungsmittel für den Nadelteil an. 1931 machen Scheiber und Walkoff Vorschläge zur Ausschaltung dieser Zwischenfälle. In vielen Laboratoriumsversuchen wurde ein geeignetes Präparat gesucht, welches möglichst nur das Metall angreift, das Dentin selbst aber unverändert läßt. Es ist leider bis heute noch nicht gefunden. Das Folgende soll eine Bearbeitung aller Fragen sein, die sich durch das Abbrechen eines Instrumentes im Wurzelkanal ergeben und gleichzeitig die zur Entfernung des Fragmentes angegebenen Methoden kritisch beleuchten.

Der Bruch einer Nadel im Kanal ist zwar kein Kunstfehler, muß aber durch geeignete Behandlung vermieden werden. Schuld an einer derartigen Fraktur kann sein:

Beschaffenheit des Instrumentes,
dessen unsachgemäße Handhabung,
der Wurzelkanal,
der Patient.

Das Wurzelbehandlungsinstrument kann einen Materialfehler besitzen, durch eine Roststelle geschädigt sein oder Einrisse und Torsionsstellen als Folge früheren Gebrauchs erworben haben.

Unsachgemäßes Arbeiten und unzweckmäßige Behandlung der Nadeln. Leicht brechen Instrumente, die an sich Widerstand bieten, besonders, wenn sie noch dazu im Handstück benutzt werden. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß ein Handinstrument nur sehr langsam im Kanal gedreht wird und

man dabei den geringsten Widerstand spürt und außerdem ein wesentlich besseres Gefühl dafür besitzt, wie stark die Nadel beansprucht wird. Um diesen Nachteil der Arbeit mit der Maschine auszuschalten und trotzdem auf ihren Vorteil des schnelleren Vorankommens nicht verzichten zu müssen, wurde von Walkhoff ein Reduzierhandstück konstruiert, bei dem die normale Tourenzahl auf zwei Drittel der Umdrehungen herabgesetzt wird. Dabei sind die Gefahren für die maschinelle Erweiterung der Kanäle wohl herabgesetzt, sie sind aber immer noch größer als bei Benutzung von Handinstrumenten. Um diese unangenehmen Zwischenfälle zu vermeiden, schlägt Scheiber „Sollbruchstellen" vor. Ausgehend von dem Gedanken, daß eine Entfernung des Bruchstückes gelingt, wenn das Ende noch in das Pulpenkavum hineinragt, verlangt er, daß an jedem Instrument zur Wurzelbehandlung eine Stelle nahe dem Handgriff besonders schwach sei, so daß sie normale Beanspruchung eben noch verträgt. Klemmt die Spitze fest, so erfolgt der Bruch an dieser vorbestimmten Stelle und das Stück kann leicht entfernt werden, da es ja faßbar ist. Die Herstellung dieser Instrumente ist aber praktisch unmöglich, denn die Elastizität der Nadel läßt während der Benutzung vornehmlich an der Spitze nach. Außerdem wäre die Beanspruchung der Sollbruchstelle sehr verschieden, je nachdem wie weit das Hindernis von ihr entfernt liegt. Die Torsionsfestigkeit ist direkt proportional dem Abstand der beiden beanspruchten Punkte, weil ja die Nachgiebigkeit des Zwischenstückes gegen Drehungen wachsende Kräfte aufnimmt. Es sind auch bisher derartige Instrumente noch von keiner Firma hergestellt worden.

Das wichtigste Moment zur Verhütung von Nadelbrüchen ist also sorgsames Arbeiten sowie die Verwendung von bestem Material, das peinlichst gepflegt werden muß. In stark gekrümmten Kanälen sind Drehungen des Instrumentes möglichst zu unterlassen, wenn man nicht Gefahr laufen will, das Instrument an der Biegungsstelle abzudrehen. Man sollte besser in diesen Fällen die Kerrnadel als Feile benutzen. Vor allem sollen die

stärkeren Nadeln, die ja weniger biegsam sind als die dünneren, nur in den geraden Abschnitten des Kanals benutzt werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Sterilisation der Nadeln. Abflammen ist nicht ratsam, da hierbei der Stahl angelassen und seine Elastizität vollständig geändert und das Instrument stumpf wird. In der Literatur findet man immer wieder Hinweise, daß durch langes Kochen oder Erhitzen im Heißluftsterilisator die Haltbarkeit nachteilig beeinflußt wird. Am zweckmäßigsten erscheinen die Flaherty- und Kugelsterilisatoren, die beide wegen der kurzen Einwirkungszeit den Härtegrad kaum ändern sollen. — Durch einige Versuche habe ich nun die Änderung der Elastizität des Stahls durch die Sterilisation geprüft. Da die Nadelbrüche im Kanal fast ausschließlich durch Überbeanspruchung auf Drehung erfolgen, habe ich die Torsionsfestigkeit von starken Miller-Nadeln untersucht. Die Nadel spannte ich mit ihrer Spitze bis zu 5 mm zwischen Hartholz im Schraubstock fest ein. Der Schaft wurde in einen Feilkloben geschraubt, so daß zwischen beiden Fixationspunkten 2 cm der Nadel frei blieben. Nun drehte ich den Feilkloben solange um die Einspannungsachse der Nadel, bis sie brach. In diesem Moment las ich den Winkel auf einer Gradeinteilung ab, die am Schraubstock angebracht war. Bei diesem Versuch wurde die Nadel, von ihrem dünnen Ende her, aufgerollt. Da ich mit Verschiedenheiten der Nadeln rechnen mußte, habe ich je drei Nadeln geprüft und daraus den Mittelwert bestimmt. Trotzdem muß ich mit einer großen Variationsbreite rechnen. Bei dieser primitiven Versuchsanordnung sind nämlich immer reichlich Fehlerquellen vorhanden, die sich in keiner Weise ausschließen lassen. Eine Apparatur für einen regelrechten Torsionsversuch steht mir leider nicht zur Verfügung. Ich glaube aber, daß die gefundenen Werte vollständig ausreichen, um die Frage über die Sterilisationsmethoden zu klären.

Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse meiner Versuche:

	zurückgelegter Weg in Winkelgraden	Änderung der Elastizität
Fabrikneue Nadeln	$2 \times 360^{0} + 166{,}67^{0}$	
nach 2 Sek. Hitzeeinwirkung im Kugelsterilisator . .	$2 \times 360^{0} + 61{,}67^{0}$	— 11,8 %
nach 20 Minuten Heißluftsterilisation	$2 \times 360^{0} + 96{,}67^{0}$	— 7,9 %
nach kurzem Abflammen (Dauer ca. 2 Sek.) . . .	$2 \times 360^{0} + 318{,}33^{0}$	+ 17,1 %
nach langem Abflammen (Dauer ca. 4 Sek.) . . .	$2 \times 360^{0} + 453{,}33^{0}$	+ 32,3 %

Nadeln, die durch Kochen sterilisiert wurden, habe ich nicht geprüft. Die Hitzeeinwirkung entspricht etwa der im Heißluftsterilisator. Aber der Nachteil des Kochens liegt besonders in der Schwierigkeit des Abtrocknens, so daß die Nadeln durch Rost geschädigt werden. Diese Schädigung kann ich in diesem Versuch nicht nachweisen.

Die Zunahme der Torsionsfestigkeit beim Abflammen der Nadel beruht auf einer Kornverfeinerung in der Struktur der Kristallisation des Stahles. Außerdem werden dabei Spannungen, die durch Härten und Bearbeitung im Stahl entstanden sind, beseitigt. Je höher die Anlaßtemperatur ist, desto zäher wird der Stahl. Er ist dabei aber auch wesentlich leichter zu deformieren. In unserem speziellen Falle bedeutet das: die Schneidhaltigkeit ist beeinträchtigt worden. Es ist daher, trotz der günstigen Resultate in meinem Torsionsversuch, Abflammen nicht zu empfehlen, da die Schärfe dabei leidet. Die Werte der Nadeln, die im Heißluft- und Kugelsterilisator vorbehandelt wurden, zeigen keine große Differenz. Die Heißluftsterilisation zeigt zwar etwas günstigere Ergebnisse, kleine Unterschiede darf man aber aus den oben dargelegten Gründen nicht zu stark bewerten. Zudem hat der Kugelsterilisator den großen Vorteil, daß die Instrumente jederzeit frisch sterilisiert in Gebrauch kommen. Aus diesem Grunde wurde auch die Aufbewahrung in Alkohol empfohlen oder besser, um Rosten zu vermeiden, in Spiritus saponatus. Prinz sterilisiert außer im Flaherty nach folgender Methode: Einlegen der Instrumente in

10% Natronlauge für 15 Minuten, Abwaschen in sterilem Wasser, danach in Alkohol abspülen und über der kleinen Flamme trocknen, nicht abflammen. Dieses Vorgehen ist aber für die Durchschnittspraxis viel zu zeitraubend und zu teuer.

Die Ursache zur Instrumentenfraktur kann ferner durch die Lage und den Verlauf sowie die Beschaffenheit des Wurzelkanales gegeben sein. Distale Kavitäten an rückwärtigen Zähnen erschweren trotz großzügiger Kavitätengestaltung die Übersicht und die Zugänglichkeit. Mediale Kanäle an oberen und unteren Molaren haben eine die Beweglichkeit der Hand stark einschränkende Richtung — es arbeitet sich schlechter. Abgesehen von der Enge oder der Krümmung mancher Kanäle häufen sich deren Tücken durch Dentikelbildungen, Reste alter, harter Wurzelfüllungen (Zement) oder Stufen als Erfolge früherer Wurzelbehandlungen.

Erst zuletzt wollen wir unseren Patienten einen Teil der Schuld am Zustandekommen einer Nadelfraktur geben. Es brauchen nicht nur immer Abwehrbewegungen mit der Hand oder dem Kopfe zu sein oder Husten und andere Reflexbewegungen. Schon eine kleine Mundöffnung, Ermüdung beim Aufsperren oder starker Speichelfluß erschweren die subtile Arbeit des Zahnarztes so sehr, daß solche Zwischenfälle begünstigt werden.

Welche Instrumente brechen nun am leichtesten? Es ist selbstverständlich schwierig, nachträglich mit Sicherheit festzustellen, um welche Art der Nadel es sich handelt. Daher habe ich bei der Zählung nur eindeutig unterscheidbare Sorten voneinander getrennt. Zu den glatten Nadeln habe ich auch die Kerrbohrer, Aufreiber und Reibahlen gerechnet, zu den gezahnten die Exstirpationsnadeln, Rattenschwanz- und Hedströmfeilen, da im Röntgenschatten sich feinere Unterschiede nicht sicher feststellen lassen. Im Jahre 1937 sind unter der Gesamtzahl von 2346 behandelten Wurzelkanälen, die bei uns geröntgt wurden, in 120 Fällen Nadelfragmente vorhanden, die zum Teil wieder entfernt werden konnten. Das sind 5,1%. Bei dieser Zahl muß man bedenken, daß die Untersuchung an

unserem Klinikmaterial erfolgte. Hier sind naturgemäß Nadelbrüche relativ häufig, da die Behandlungen von Anfängern durchgeführt werden. In der täglichen Praxis wird daher die Entfernung von Fragmenten aus dem Kanal ungleich seltener notwendig sein. Bei der Aufteilung auf die einzelnen Nadelsorten kam ich zu folgendem Ergebnis:

	Frontzähne u. Praemolaren	Molaren	gesamt
glatte Nadeln	11,7 %	48,3 %	60 %
gezahnte Nadeln	7,5 %	12,5 %	20 %
Lentulo Pastenfüller	14,2 %	5,8 %	20 %
	33,4 %	66,6 %	

Der hohe Prozentsatz der Molaren ist durch die häufig stark gekrümmten Wurzeln und die schwere Zugänglichkeit zu den Zähnen zu erklären. Dies läßt sich auch aus folgender Tabelle ersehen, die zeigt, daß besonders in den engen Wurzelkanälen die Nadeln brechen.

Obere Molaren:	
meso — buccale Wurzeln	13,64 %
disto-buccale Wurzeln	10,61 %
palatinale Wurzeln	1,5 %
	25,75 %
Untere Molaren:	
mesiale Wurzeln	60,61 %
distale Wurzeln	13,64 %
	74,25 %

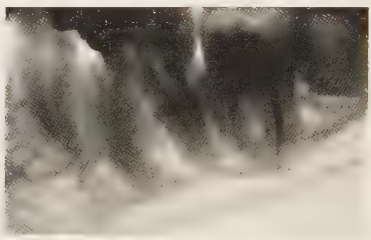
Die häufigste Ursache für das Abbrechen der Nadeln ist die Kanalkrümmung. In 39 % aller Fälle fand ich allerdings Nadeln in geraden Kanälen. Demgemäß ergibt sich für den Sitz des Fragmentes folgende Verteilung:

Am Kanaleingang	10,8 %
In der Kanalmitte	50,9 %
An der Wurzelspitze	35,8 %
Im periapikalem Gewebe	2,5 %

Die Pastenfüller stellte ich zum größten Teil in geraden Kanälen fest, während die glatten Nadeln (Kerrbohrer) sich im wesentlichen in engen und gekrümmten Kanälen fanden, wo der Widerstand für eine exakte Erweiterung groß ist. Der Prozentsatz für den Lentulo ist in diesen Tabellen noch verhältnismäßig gering, da das Instrument in unserer Klinik nur wenig Anwendung findet. Das relativ häufige Abbrechen der Pastenfüller, der erst im bereits erweiterten Kanal und nur kurze Zeit verwendet wird, erklärt sich daraus, daß er das einzige Instrument ist, das bei uns in der Bohrmaschine benutzt wird, und er ohnehin schon weniger widerstandsfähig ist.

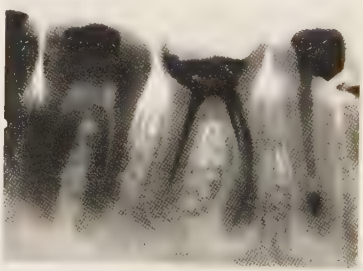
An Hand einiger Bilder will ich die Praedilektationsstellen für Nadelfrakturen zeigen.

Nadelstück in mesialer Wurzel des unteren 1. Molaren in der Kanalmitte.



Fragment in mesialer Wurzel des unteren 2. Molaren bei S-förmig gebogenem Kanal.

Spitze einer gezahnten Nadel in der abgekrümmten Wurzelspitze eines oberen seitlichen Schneidezahns.



Spitze eines Kerrbohrers im apikalen Teil der mesialen Wurzel eines unteren 1. Molaren.

Nadelspitze in der Wurzel eines oberen 2. Praemolaren ins periapikale Gewebe hineinragend.

Lentulo-Pastenfüller in einem unteren Schneidezahn bei völlig geradem Kanal.

Was hat nun zu geschehen, wenn eine Nadel im Kanal abgebrochen ist?

Zunächst sollte man aus dem Reststück die Lage und Länge des Fragmentes feststellen und dazu nach Möglichkeit eine Röntgenaufnahme machen. Weiter muß man sich über den Zustand der vom Bruchstück apical gelegenen Bezirke klarwerden, ob ein Pulpenrest oder eine Gangrän vorhanden ist. Für die Entfernung unterscheiden wir dann drei Methoden, den mechanischen, den chemischen und den chirurgischen Weg.

Steckt das Fragment am Kanaleingang, so wird man durch Umbohren das Bruchstück lockern und darauf mit einer spitzen Zange oder einer starken Pinzette es fassen und entfernen können. Moral, Rebel und Walkhoff bedienen sich dazu feinster Rosenbohrer; Bruy und Dependorf empfehlen die Benutzung von Hohlfräsern, die von Beutelrock eigens für diesen Zweck konstruiert wurden. Pearson will das Fragment mit einem scharfen Wasserstrahl herausspritzen. Er erweitert den Kanal und lockert dabei das Fragment. Dann spritzt er mit einer gutschließenden Wasserspritze das Stahlstückchen heraus. Dies ist nach meiner Meinung unmöglich. Es ist mir unvorstellbar, daß ein festgeklemmtes Nadelstück mit einem Wasserstrahl entfernt werden soll. Auch nach einer vorhergehenden Lockerung scheint mir dies nicht möglich zu sein.

Schwieriger ist die Entfernung des Bruchstücks noch, wenn die Nadel tiefer im Kanal abgebrochen ist. Dann wird man nur selten mit rein mechanischem Vorgehen das Ziel erreichen können. Trotzdem empfehlen fast alle Autoren zunächst das Fragment mit Nadeln zu fassen. Walkhoff benutzt dazu eine feine, neue gezahnte Nadel und bringt dabei gleichzeitig Königswasser in den Kanal zu seiner Erweiterung. Rebel verwendet bei der gleichen Arbeit Chloramin unter Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd. Moral und Schreiter wollen das Stückchen durch Kanalsonden, die vorher mit etwas Watte umwickelt wurden, entfernen. Feiler versucht es mit einer Sonde zu lockern. Crane empfiehlt ein Herausschrauben des Bruchstückes mit einem Kerrbohrer, der aber während dieser Arbeit nicht tiefer in den Kanal eindringen darf. Feldmann hat gute Erfahrungen mit zwei feinen gezahnten Nadeln gemacht, die beide in dem gleichen Halter befestigt sind. Die Extraktoren sollen zu beiden Seiten des Fragmentes nach vorheriger Kanalerweiterung vorbeigeschoben werden und es dann durch ihre Elastizität mit ihren Widerhaken fassen. Leicht können aber auch die neuen Nadeln, die zur Entfernung verwendet wurden, brechen, daher sollten diese Versuche nur bei locker sitzenden Bruchstücken gemacht werden. Auch in diesen Fällen, in denen die Instrumente tief im Kanal abgebrochen sind, ist das Umbohren versucht worden. Fildermann hat sich zu diesem Zweck feinste Handstück-Rosenbohrer im Schaft schlank zugeschliffen und benutzt sie im Winkelstück. Diese Bohrer brechen aber auch wiederum sehr leicht ab. Hinzu kommt noch die Gefahr einer Perforation, die hier sehr groß ist, weil man das Operationsfeld gar nicht übersehen kann. Beutelrock hat ein Instrument konstruiert, das der Entfernung schon gelockerter Stückchen dienen soll. Es besteht aus einer Drahtspirale in ungefährer Weite der Nadel, die auf einem Schaft befestigt ist. Nach Erweiterung des Kanales mit einem dazu passenden Trepanbohrer wird sie dem Fragment aufgedreht. Auf Zug legt sich die Spirale eng dem Bruchstück an, so daß dieses entfernt werden kann. Truemann fertigt sich dieses Instrument selbst

an, indem er einen dünnen Messingdraht dem Reststück aufwickelt und diese Spirale auf einem Handstückbohrer befestigt. Zur Entfernung des Bruchstückes füllt er noch etwas Zement in die Windungen des Drahtes, um die Haftfähigkeit zu erhöhen. Bei diesem Vorgehen besteht aber die Gefahr, daß gleichzeitig der Kanal noch mit Zement verschlossen wird. Ein ähnliches Prinzip wie bei dieser Spirale liegt auch der von Prinz angegebenen gespaltenen Hülse zu Grunde, die innen ein Gewinde trägt, das auf das Nadelstück aufgeschraubt werden soll. Die Verwendungsmöglichkeit der „Heraushole-Instrumente" ist aber stark eingeschränkt. Um diese Instrumente dem Bruchstück aufzudrehen, reicht der Platz im Kanal nicht aus. Dem ist nur durch gefährliches Umbohren der Nadelspitze abzuhelfen. Weiter besteht die Gefahr, daß bei dem Aufdrehen des Herausholers die Nadelspitze tiefer in den Kanal gestoßen wird. Besonders im gekrümmten Kanal bereitet das Arbeiten mit diesen Instrumenten Schwierigkeiten. Bei vorsichtigem Arbeiten wird man jedoch gute Resultate sehen können. Von Dependorf und Maccaferri werden auch Augenmagneten empfohlen. Es ist nur schwer vorstellbar, daß die Kraft eines Elektromagneten ausreichen sollte, um ein Stück Stahl aus dem Kanal zu entfernen, wenn es in einer Krümmung festgeklemmt ist. Außerdem ist die Anschaffung des sehr kostspieligen Apparates nicht lohnend.

Es hat auch nicht an Autoren gefehlt, die jede mechanische Entfernung ablehnen (Conrad William), da durch diesen Versuch das Bruchstück nur noch fester in den Kanal gekeilt oder ein nicht füllbarer Spalt geschaffen würde. Weil die mechanischen Methoden allein alle unbefriedigend sind, hat man schon lange versucht, den Stahl mit Chemikalien aufzulösen oder den Kanal zu erweitern.

Arend, Bilasko und Safron empfehlen Einlagen mit verdünnter Eisenchloridlösung für mindestens vier Tage. Das entstehende Eisenchlorür wird durch wiederholte Irrigationen weggespült. Safron schreibt: „Dieser Vorgang erfordert etwas Geduld, da öftere Einlagen und längere Ausspritzungen erforderlich sind."

Crane benutzt Natrium-Kalium, von dem er auf einer Sonde wiederholt kleine Stückchen in den Kanal einführt. Dadurch entsteht manchmal ein Weg längs des Fragments und dann kann dieses mit einem Kerrbohrer herausgedreht oder der Kanal auf dem neuen Weg vollständig gefüllt werden.

Fernandez bedient sich einer Einlage mit einer 25prozentigen Lösung von Pyrozon unter Guttaperchaverschluß. Der stark verrostete Stahl wird nach 3—4 Tagen mit einem scharfen Wasserstrahl entfernt. (Pyrozon ist eine 50prozentige ätherische Lösung von Wasserstoffsuperoxyd.) Weitaus am häufigsten finden aber Säuren und Jodpräparate Verwendung.

Palmer legt einen mit Schwefelsäure getränkten Wattebausch in den Zahn und verschließt mit Guttapercha für einige Tage. Dann Ausspritzen und Entfernen des Fragmentes mit einer feinen gezahnten Nadel. Nach ein bis zwei Einlagen ist nach seinen Angaben die Entfernung immer gelungen. Es folgt dann eine Reinigung und Entfärbung des Kanals mit Pyrozon. Dependorf benutzt Schwefelsäure, Salzsäure oder auch Jodkristalle zur Einlage.

Conrad William meint, daß Schwefelsäure wenigstens keine schädliche Wirkung auf den Zahn hat. Er benutzt auch verdünnte Salpetersäure, warnt aber gleichzeitig vor deren Benutzung. Auch Cooke warnt vor der Salpetersäure und will sie höchstens 5prozentig und nur unter größten Vorsichtsmaßregeln angewendet wissen.

Bilasko verwendet Königswasser, das er in den Kanal pumpt und einen damit getränkten Wattebausch einlegt.

Bruy und Prinz benutzen Salpetersäure kombiniert mit Jod-Jodkalium. Bruy gibt zur möglichsten Freilegung des Fragments noch Königswasser 50prozentig und umgekehrtes Königswasser konzentriert an (1 Teil Salzsäure und 3 Teile Salpetersäure). Letzteres hat die beste Wirkung auf Dentin und Stahl. Er empfiehlt zur Auflösung der Nadel eine nicht ganz konzentrierte Jod-Jodkalium-Lösung. (Eine konzentrierte Jod-Jodkalium-Lösung wird mit $^1/_4$ ihres Volumens verdünnt, dazu werden auf je 3 ccm Lösung fünf Tropfen Alkohol gegeben.

Damit legt er ein bis zwei Einlagen. Prinz dagegen hat sehr gute Erfolge mit konzentrierter Jod-Jodkalium-Lösung. Er verlangt unbedingt eine vorherige Erweiterung des Kanals mit Salpetersäure, während Bruy auch ohne diese Vorbehandlung auskommt, sie allerdings als zweckmäßig empfiehlt. Zur Unterstützung der Behandlung empfiehlt Prinz die Jonisation, die er auch zur Sterilisierung des Kanals anwendet. Er bringt dabei eine 1prozentige Kochsalzlösung in den Wurzelkanal, gibt dem Patienten die Kathode in die Hand und führt die Anode ziemlich tief in den Kanal ein. Die Anode soll aus Platin-Iridium bestehen. Dann schaltet er den Strom ein und vergrößert langsam die Stromstärke bis zur leicht schmerzhaften Reaktion. Nachdem er so den „Irritationspunkt" festgestellt hat, errechnet er sich nach der Formel $\frac{30}{MA.} = t$ die erforderliche Behandlungsdauer, wobei MA. die Milli-Amperes des Irritationspunktes, t die zur Sterilisation erforderliche Zeit in Minuten sind. Während der Behandlung wird nach einigen Minuten ein Tropfen Salzwasser auf die Nadel gebracht, um ein Verdampfen des Elektrolyten zu vermeiden. Etwa alle fünf Minuten wird bei ausgeschaltetem Strom die Elektrode aus dem Zahn entfernt und gereinigt, da sonst evtl. eine Polarisation z. B. durch Gasblasen auftreten könnte. Nach dieser Sitzung wird in den Kanal ein mit Salzwasser getränkter Wattefaden gelegt und mit Guttapercha verschlossen. Innerhalb von 48 Stunden wird die Behandlung wiederholt. Die Wirkung dieses Verfahrens soll auf der Reaktionsfähigkeit des Chlor in statu nascendi beruhen. Auch Jodsalze z. B. Zinkjodid (ZnJ_2) können als Elektrolyten verwendet werden.

Das älteste Verfahren, um den Stahl zu zerstören, stammt von Fricke und wurde später von Dependorf und Feiler wieder aufgegriffen. Ein Jodkristall wird in dem Kanal möglichst eng mit dem Bruchstück in Berührung gebracht. Diese Einlage soll innerhalb 1—8 Tagen — die einzelnen Autoren geben verschiedene Zeitspannen an — den Stahl restlos zerstört haben.

Feiler und Walkhoff geben Einlagen mit Jodtinktur für

einige Tage an. Clifford benutzt dazu eine gesättigte Jodlösung. Maccaferri empfiehlt 25% wässerige Jodlösung. (Soleum aquosa di Jodo 25% = 25% Jodkaliumlösung oder Jodtinktur?)

Cooke erwähnt Jodkalium, will es aber nur im äußersten Notfall verwendet wissen.

Als weitere Jodverbindung fand ich noch Jodtrichlorid angegeben. Waas geht dabei so vor: Nachdem er das Bruchstück soweit als möglich freigelegt hat, bringt er auf einem Tantal- oder Platininstrument eine 25%-Lösung von Jodtrichlorid in Wasser für drei Minuten ein. Dann saugt er die Flüssigkeit mit Papierspitzen ab, spritzt mit Wasser aus, trocknet den Kanal wieder und versucht dann mit Kerrbohrern das Fragment zu lockern oder gar zu entfernen. Dabei wird gleichzeitig der Kanal erweitert und das Bruchstück stärker freigelegt, so daß in der nächsten Behandlungsphase das Lösungsmittel wieder an neuen Stahlstellen angreifen kann. Diese Behandlung wird so oft wiederholt, bis das Hindernis beseitigt ist. Zum Schutz der Zähne gegen Verfärbungen überzieht er die Krone mit einer Paraffinschicht. Trotzdem aufgetretene Verfärbungen werden mit starker Ammoniaklösung und nachher mit unterschwefelsaurem Natrium in gesättigter Lösung entfernt. Er gibt damit zu, daß Jodtrichlorid ein äußerst gefährliches Reagens ist.

Als ultima ratio empfehlen fast alle Autoren die chirurgische Methode. Bei der Wurzelspitzenresektion kann man das Fragment in das Pulpenkavum durchstoßen, oder die Wurzelspitze so weit abtragen, bis das Nadelstückchen mit einer spitzen Zange gefaßt werden kann. Je nach der Lage des Bruchstückes wird man sich für die eine oder andere Modifikation entscheiden. Selbstverständlich kann man auch den Kanal an der Wurzelspitze mit Amalgam verschließen, ohne ihn vorher gesäubert zu haben. Doch ist diese „Wurzelfüllung", wie schon eingangs dargelegt, bakteriologisch nicht so einwandfrei wie ein exakt erweiterter und gut gefüllter Kanal.

Eine besondere Methode — die Sektion der Zahnwurzel — hat Schuster angegeben, um die Schwächung der Wurzel durch

Umbohren des Fragmentes oder Abtragen der Wurzelspitze zu vermeiden. Er legt den Knochen frei, am besten über der ganzen Wurzel und bildet ein Fenster in der Alveolarlamelle in Höhe des Bruchstücks. Dort bohrt er eine schmale Rinne mit den feinsten Rosenbohrern, bis er auf den Kanal trifft. Nötigenfalls wird die Rinne bis zum Apex verlängert und das Nadelstückchen in das Pulpencavum mit einer starren Sonde durchgestoßen. Die feine Rinne wird dann mit Zinngold oder Amalgam verschlossen, wobei der Kanal durchgängig gehalten werden muß. Einen wesentlichen Vorteil kann ich in diesem Vorgehen nicht erblicken. Der Zahn wird sicher nicht mehr geschont, als bei einer sinnvoll durchgeführten Abtragung der Wurzelspitze. Die Knochenregeneration nach der Radikaloperation ist gut, so daß eine Lockerung des Zahnes nicht zu befürchten ist. Zudem bleiben die Ramifikationen des Kanals mit ihren Pulpenresten als Brutstätten für Bakterien bei der Sektion erhalten. Wenn schon chirurgisch vorgegangen werden muß, sollte man auch diesem Übelstand gleich mit abhelfen. Immerhin kann es vorkommen, daß dieses Verfahren in Anwendung kommen muß, dann nämlich, wenn das Bruchstück zu fest verkeilt ist. In diesem Falle sollte man die Sektion nach Schuster einer retrograden Wurzelfüllung vorziehen. Es empfiehlt sich aber dann, auch die Wurzelspitze abzutragen.

Über das Belassen des Nadelfragmentes im Kanal sind die verschiedensten Anschauungen in der Literatur vertreten. Feiler erachtet die Entfernung nur als notwendig, wenn das Bruchstück in das periapikale Gewebe hineinragt, in anderen Fällen sei sie nur wünschenswert. Conrad William empfiehlt die Verwendung von Goldinstrumenten, die als Wurzelfüllung dienen können, falls sie brechen; Stahl erweise sich für diese Zwecke als ungeeignet, da er ätzende Eigenschaften besitze?!

Moral schmilzt die Nadel, wenn sie nicht zu entfernen ist, in Vaseline oder Paraffin mit Zusatz von Jodoform und Thymol ein. Infolge der stets feuchten Kanalwand wird das Paraffin aber nie an dem Dentin haften und so stets ein feiner Spalt bestehen bleiben. Es wird auch häufig unmöglich sein, an der

Nadel entlang den apikalen Teil des Kanales zu füllen. Wenn dies die Weite des Kanales zuläßt, so kann natürlich jede Wurzelfüllpaste Verwendung finden.

Graham beläßt das Fragment und macht Einlagen mit einem stark wirkenden Antiseptikum oder mit einem mumifizierenden Präparat. Treten Schmerzen auf, läßt er die Resektion folgen. Crane will einen neuen Weg entlang der Nadel bohren und weiter apikal dann dem Kanal wieder folgen. Dieses Verfahren dürfte jedoch in der Regel auf allergrößte Schwierigkeiten stoßen und nur in Ausnahmefällen, wenn der Kanal nur partiell verschlossen ist, zu verwenden sein.

Bruy ist der Auffassung, daß ein Belassen des Bruchstücks im Zahn ein großes Risiko bedeute. Er schlägt für diese Fälle eine Kanalerweiterung mit umgekehrtem Königswasser vor und dann Einlagen mit besonders wirksamen Desinfizientien, die neben dem Fragment durchsickern sollen. Eventuell benutzt er noch eine Elektrosterilisation, wobei das Nadelstück als willkommene Verlängerung der Elektrode dient. Er ist aber der Ansicht, daß mit der gleichen Mühe und mit dem gleichen Zeitaufwand die Auflösung des Stahls mit 1—2 Einlagen von Jod-Jodkalium erreicht werden könnte.

Rebel führt eine Diathermiebehandlung durch, bevor er die Wurzel füllt. Er beschickt den Kanal mit einer 0,5%-Lösung von Chloramin und schaltet einen 60 MA starken Strom auf 3—4 Sekunden ein, gerade bis zur leicht schmerzhaften Reaktion. Zwischen die einzelnen Stromstöße legt er Kühlpausen von einer Minute. Er will dadurch einen aseptischen Kanal erzielen, damit eine reaktionslose Einheilung erfolgen kann.

Wannenmacher behauptet, es sei aussichtslos, ein tiefsitzendes Metallstück mit Chemikalien auflösen zu wollen. Daher macht er gar keine Versuche in dieser Richtung, um den Kanal nicht zu infizieren und eine Perforation zu vermeiden. Unter der Voraussetzung, daß keine Gangränbehandlung vorliegt, läßt er den Instrumententeil im Kanal und füllt diesen so weit wie möglich.

Einlagen mit antiseptisch wirkenden Mitteln sind meines

Erachtens unnötig, weil dadurch niemals putride Massen in dem abgeschlossenen Kanalteil desinfiziert werden können. Dieses ist durch eine Diathermiebehandlung möglich. Man kann aber nur an beiden Enden des Instrumentenstückes eine Verkochung des Kanalinhaltes erreichen. Wie Münzesheimer nachgewiesen hat, koaguliert das Eiweiß überall da nicht, wo der Strom den besseren Leitungsweg des Metalles benutzen kann. Es bleibt also der Kanalteil, in dem das Nadelstück steckt, als Infektionsquelle übrig. Diese kann allerdings mit Desinfektionsmitteln beeinflußt werden. Münzesheimer empfiehlt danach eine Wurzelfüllung mit Radisan und behauptet, die Prognose wäre dann nicht unbedingt schlecht zu stellen.

Zur Klärung der Frage, ob die Entfernung der Bruchstücke aus dem Kanal zur Erhaltung des Zahnes notwendig ist oder nur wünschenswert erscheint, habe ich 28 Patienten untersucht, bei denen vor zwei Jahren Wurzelkanalinstrumente abgebrochen waren. Bei rund einem Drittel der Patienten hatten sich noch während oder kurz nach Beendigung der Behandlung Beschwerden an den betreffenden Zähnen eingestellt, so daß die Zähne entfernt wurden. Die restlichen zwei Drittel der Zähne zeigen weder klinisch noch röntgenologisch Erscheinungen, die auf einen entzündlichen Prozeß an der Wurzelspitze schließen lassen. In einem Falle sah ich eine blaugrüne Verfärbung an der Oberfläche der Wurzel in der gleichen Höhe, in der das Fragment im Kanal steckte. Es hatten sich also Eisensalze in dem Kanal gebildet, die in die Dentinkanälchen eingedrungen waren.

Diese Verschiedenheiten des Ausgangs finden ihre Erklärungen hauptsächlich durch den Zustand, in dem sich der Kanal befand, als sich der Zwischenfall ereignete. Es ist leicht verständlich, daß eine Gangrän oder Pulpitis purulenta totalis mit ihren hoch-virulenten Erregern eine Entzündung der paradentalen Gewebe bedingt, wenn der Abfluß des Exsudates unterbunden wird. Falls dagegen bei einer Exstirpation der Pulpa, die unter aseptischen Kautelen durchgeführt wird, oder in einem zum Füllen fertig vorbereiteten Kanal die Nadel bricht,

so wird das weit seltener unangenehme Folgen zeitigen, besonders dann nicht, wenn möglichst bald abgefüllt wird. Je länger der Kanal offen bleibt und bearbeitet wird, um so ungünstiger wird in diesem Fall die Prognose. Es zeigt sich also auch hier wieder, daß eine Wurzelbehandlung so aseptisch, wie nur irgend möglich, durchgeführt werden muß, um den Erregern den Zutritt zur Wundfläche zu verwehren.

Ich habe nun alle in der Literatur angegebenen Mittel zur Auflösung der Nadelfragmente auf ihre Wirksamkeit im Laboratoriumsversuch geprüft. In Reagenzgläsern brachte ich ca. 5 ccm der Lösungen und eine Stahlstecknadel (Gewicht 105—110 mg) zusammen und ließ die Gläser verschlossen 24 Stunden stehen. Dabei kam ich zu folgenden Resultaten:

		Gewichtsverlust	Auflösung nach
Salzsäure	conc.	5,7 %	—
„	75 %	6,3 %	—
„	50 %	4,4 %	—
„	25 %	4,6 %	—
Schwefelsäure	conc.	2,8 %	—
„	75 %	6,2 %	—
„	50 %	29,2 %	—
„	25 %	3,6 %	—
Salpetersäure	conc.	3,7 %	—
„	75 %	100 %	20 Min.
„	50 %	100 %	1 Std. 10 Min.
„	25 %	100 %	2 Std. 5 Min.
Königswasser	conc.	100 %	19 Std.
„	75 %	100 %	18 Std.
„	50 %	100 %	20 Std.
„	25 %	0,9 %	—
umgek. Königswasser	conc.	100 %	25 Min.
„ „	75 %	100 %	6 Std. 30 Min.
„ „	50 %	100 %	18 Std.
„ „	25 %	23,6 %	—
Jodkalium	25 %	1,8 %	—
Jod-Kristall		8,2 %	—
Jod-Tinktur	conc.	82,7 %	—
Jod-Tinktur	50 %	18,7 %	—
Jod-Tinktur	10 %	3,7 %	—

		Gewichts-verlust	Auflösung nach
Jod-Jodkalium	conc.	73 %	—
„ „	fast conc. n. Bruy	62,8 %	—
„ „	50 %	44,5 %	—
„ „	25 %	25 %	—
Jod in Wasser		72,7 %	—
Jodtrichlorid	conc.	100 %	3 Std. 15 Min.
„	75 %	100 %	8 Std.
„	50 %	100 %	4 Std. 10 Min.
„	25 %	100 %	12 Std.
Eisenchlorid	10 %	100 %	23 Std.

Die Zahlen der Verdünnungen der Lösungsmittel sind Volumprozente der konzentrierten Stammlösung.

Nach diesen Untersuchungen liefern die besten Ergebnisse Salpetersäure, umgekehrtes Königswasser und Jodtrichlorid, während Salzsäure und Schwefelsäure das Eisen kaum angreifen. Ich fand damit die Ergebnisse von Prinz im wesentlichen bestätigt, Bruy hat seine Versuche anders angesetzt, so daß sie nur bedingt zu Vergleichen herangezogen werden können. Er hat zu gleicher Zeit die Wirkung auf Knochen, der ja dem Dentin ähnlich ist, untersucht. Eine Nähnadel und ein Stückchen Knochenkompakta brachte er mit den Chemikalien zusammen. So hatte die Säure Gelegenheit, auch mit den Kalksalzen des Knochens zu reagieren, was selbstverständlich zu anderen Resultaten führen muß.

Prinz hat nur die Säuren und einige Jodpräparate auf ihre Wirksamkeit geprüft. Er hat, ebenso wie ich in dieser Versuchsreihe, auf die Beifügung von Dentin oder ähnlichen Stoffen verzichtet. In allen wichtigen Punkten stimmen aber die Ergebnisse von Bruy und Prinz weitgehend miteinander überein. Beide fanden, daß Salz- und Schwefelsäure in beliebiger Konzentration den Stahl auch im Reagenzglas nicht oder nur sehr unwesentlich angreifen. Ebenso auch die konzentrierte Salpetersäure im Gegensatz zu ihrer 50 % Verdünnung. Dagegen deckt sich ihre Beurteilung des Königswassers nicht, mit welchem Bruy gute, Prinz hingegen nur schlechte Ergebnisse

erzielte. Auch bezüglich der Konzentration der Jod-Jodkaliumlösung, die beide als gutes Lösungsmittel erprobt haben, bestehen Meinungsverschiedenheiten. Bruy hat mit seiner fast konzentrierten Lösung die besten Erfolge, während Prinz der konzentrierten Lösung den Vorzug gibt. Ihre Vorschläge sind aber, abgesehen von diesen geringfügigen Kleinigkeiten, die gleichen.

Die Versuche von Prinz sind in folgender Tabelle aufgezeichnet:

Salzsäure	conc.	nach 24 Std. sehr leichter Effekt
„	50 %	„ 24 Std. kein Effekt
„	25 %	„ 24 Std. kein Effekt
Schwefelsäure	conc.	„ 24 Std. kein Effekt
„	50 %	„ 24 Std. kein Effekt
„	25 %	„ 24 Std. sehr leichter Effekt
Salpetersäure	conc.	„ 24 Std. leichter Effekt
„	50 %	„ 10 Min. völlig zerstört
„	25 %	„ 15 Min. fast zerstört
Acid. nitro-hydrochlor.	pure	„ 24 Std. sehr leichter Effekt
„	50 %	„ 24 Std. sehr leichter Effekt
Jodin trichlorid sol.	25 %	„ 40 Min. völlig zerstört
Lugolsche Lösung		„ 24 Std. sehr leichter Effekt
Jod-Jodkaliumlösung	conc.	„ 30 Min. völlig zerstört
Superoxol (Merck) (30 % wässerige Lösung von H_2O_2)		„ 24 Std. kein Effekt

Wir finden also in den beiden Versuchsreihen Unterschiede in der Wirksamkeit des Königswassers des Jodtrichlorids und des Jod-Jodkaliums. Mit Königswasser erreichte ich bessere, dagegen mit den Jodpräparaten schlechtere Werte. Nochmalige Kontrollversuche zeigten keine anderen Ergebnisse. Vielleicht sind die Versuche von Prinz und auch von Bruy bei höherer Temperatur (Körperwärme) angesetzt worden, gegenüber meinen Untersuchungen bei 10°—15°.

Um nun den im Zahn gegebenen Verhältnissen weitestgehend Rechnung zu tragen, habe ich die Versuche noch einmal im Brutschrank bei ca. 35° wiederholt. Außer dem Instrument wurden einige Elfenbeinkugeln in das Reagenzglas getan. Da sich Dentin und Elfenbein in Aufbau und Zusammensetzung

sehr ähneln, habe ich aus technischen Gründen Elfenbein bevorzugt. Zunächst ist es bei Elfenbeinkugeln viel leichter möglich, ungefähr gleiche Mengen abzuwiegen. Dann müßten die Zahnstückchen, wenn ich etwa solche verwenden wollte, völlig frei von Schmelz und Zement sein, sowie keinerlei Pulpareste oder Paradentiumfasern mehr zeigen. Knochenstückchen dagegen sind nie gleichmäßig gebaut und sind auch in ihrer Zusammensetzung vom Dentin etwas verschieden. In diesem Zusammenhang will ich nur darauf hinweisen, daß Knochen zu 35% aus Ossein besteht, während Elfenbein ebenso wie Dentin nur 25% organische Substanzen enthält. Auch der Wassergehalt ist unterschiedlich, er beträgt beim Knochen 22% des Gesamtgewichts gegenüber 10% beim Dentin. Bei diesen Versuchen kam ich zu folgenden Ergebnissen:

		Gewichtsverlust bei Elfenbein	Bei der Nadel	Auflösung der Nadel nach
Salzsäure	conc.	100%	16,2%	—
„	75%	100%	4,7%	—
„	50%	100%	3,8%	—
„	25%	84,7%	2,9%	—
Schwefelsäure	conc.	100%	1%	—
„	75%	100%	1%	—
„	50%	92,6%	6,9%	—
„	25%	0,5%	3,8%	—
Salpetersäure	conc.	100%	1%	—
„	75%	100%	100%	2 Std. 5 Min.
„	50%	58%	100%	5 „
„	25%	53,5%	100%	20 „
Salpetersäure und 1 Tropfen Schwefelsäure	conc.	100%	100%	10 „
	75%	100%	100%	1 „
„	50%	100%	100%	4 „
„	25%	57%	100%	35 „
„	10%	9,8%	56,3%	—
Königswasser	conc.	100%	100%	12 „
„	75%	100%	100%	28 „
„	50%	100%	100%	3 Std. 20 „
„	25%	100%	100%	14 „ 35 „
umgek. Königswasser	conc.	100%	100%	9 „
„ „	75%	100%	100%	5 „

		Gewichtsverlust bei Elfenbein	Bei der Nadel	Auflösung der Nadel nach
umgek. Königswasser	conc.			
„ „	50 %	100 %	100 %	37 Min.
„ „	25 %	100 %	100 %	2 „ 45 „
Jodtinktur	10 %	+ 3,7 %	— 20 %	—
Jod-Jodkalium	conc.	+ 3,5 %	— 78,6 %	—
„	fast conc. n. Bruy	+ 3,3 %	— 84,0 %	—
„	50 %	+ 2,5 %	— 47,6 %	—
„	25 %	+ 2,4 %	— 26,5 %	—
Jod in Wasser		9,2 %	75 %	—
Jodtrichlorid	conc.	100 %	100 %	1 Std. 45 Min.
„	75 %	100 %	100 %	3 „ 5 „
„	50 %	100 %	100 %	4 „ 35 „
„	25 %	29,2 %	100 %	13 „ 40 „
Eisenchlorid	10 %	17,8 %	100 %	23 „

Die Gewichtszunahme des Elfenbeins in den Versuchen mit Jod-Jodkalium und Jodtinktur beruhen auf eine Ablagerung von Eisen-Jodverbindungen im Elfenbein. Es findet aber dabei nicht, wie bei allen anderen Versuchen, gleichzeitig eine Auflösung des Elfenbeins statt, die eine etwa eingetretene Abscheidung der Salze im Elfenbein wieder rückgängig macht oder sie nicht wägbar werden läßt. Ein Vergleich mit meiner ersten Versuchsreihe, die ich bei 10°—15° ansetzte, zeigt den Einfluß der Temperatur; alle Versuche verlaufen schneller, trotz der Beifügung des Elfenbeins.

Zur Gegenüberstellung will ich hier die Tabelle aus der Arbeit von Bruy auszugsweise folgen lassen.

		Knochenverlust in %	Auflösung nach	sichtb. Wirkg. nach 12 Std.
Salzsäure	conc.	43,2 %	10 Std.	—
„	50 %	47,5 %	—	schlecht
„	25 %	45,6 %	—	schlecht
Schwefelsäure	conc.	44,6 %	—	mäßig
„	50 %	2,5 %	—	schlecht
„	25 %	2,4 %	—	schlecht

	Knochen-verlust in %	Auflösung nach	sichtb. Wirkg. nach 12 Std.
Salpetersäure conc.	51,9 %	—	schlecht
„ 70 %	—	—	schlecht
„ 50 %	64,5 %	7 Min.	—
„ 25 %	66,2 %	—	schlecht
Königswasser conc.	70,3 %	45 Min.	—
„ 50 %	64,7 %	35 Min.	—
„ 25 %	49 %	11 Std.	—
umgek. Königswasser conc.	96,3 %	10 Min.	—
„ „ 60 %	84,1 %	2 Std.	—
„ „ 20 %	38,1 %	—	schlecht
Jodtinktur Verhältnis 1:10	—	6 Std.	—
Jod-Jodkalium conc.	—	70 Min.	—
„ fast conc.	—	30 Min.	—
Jod pulverisiert in Wasser	—	45 Min.	—
Eisenchlorid 75 %	—	2 Std.	—

Bei den Säuren zeigen beide Tabellen ähnliche Ergebnisse, abgesehen von einigen geringen Differenzen. Bei der Salpetersäure und dem umgekehrten Königswasser sind meine Resultate besser, bei dem Königswasser dagegen schlechter als die von Bruy. Größere Unterschiede finden wir nur in dem Lösungsvermögen der Jodpräparate. Ich fand hier überall erheblich schlechtere Werte als Bruy. Wie ich bei der Besprechung der Versuche von Prinz schon hervorhob, stehe ich auch zu ihm in Widerspruch bezüglich der Wirksamkeit der verschiedenen Jodlösungen. Die Lösungen sind von einem Apotheker nach den Angaben von Bruy bereitet worden; einen Fehler in der Herstellung darf ich daher wohl ausschließen. Ein Temperaturunterschied kommt jetzt ebenfalls in Wegfall. Es besteht aber vielleicht die Möglichkeit, daß Bruy und Prinz erheblich größere Mengen des Lösungsmittels verwendet haben. Auf einen Unterschied in der benutzten Menge führe ich auch die Differenzen im Gewichtsverlust der Hartsubstanz zwischen den Versuchen von Bruy und mir zurück. So große Abweichungen lassen sich nicht nur durch die Verschiedenheit von Aufbau und Zusammensetzung der benutzten Stoffe erklären.

Bei aufmerksamer Durchsicht der Tabellen fällt auf, daß

die konzentrierten Säuren Eisen schlechter lösen als ihre Verdünnungen. Meistens erreichten die 75%-Lösungen das Wirkungsoptimum. Diese Erscheinung läßt sich durch die elektrolytische Dissoziation der wässerigen Lösungen erklären. Das Anion spielt in bezug auf den aufzulösenden Stoff die Hauptrolle, während der Wasserstoff als Gas in die Luft geht. Das Anion bildet dann mit dem Eisen das entsprechende Salz z. B.

$$H^{\cdot} + H^{\cdot} + SO'' + Fe^{\cdot\cdot} = Fe\,SO_4 + H_2$$

Die Auflösung erfolgt nur, wenn Jonen vorhanden sind und wird lebhafter, je mehr Jonen mit dem Metall reagieren können. Bei einer bestimmten Verdünnung wird nun die höchstmögliche Jonenkonzentration, das heißt das Wirkungsoptimum, erreicht sein. Dazu kommt noch eine weitere Erscheinung. Eisen wird auf Zusatz von konzentrierten Säuren passiv. Da die Bildung einer Deckschicht dabei nicht nachweisbar ist, führt man das geringe Lösungsvermögen in konzentrierten Säuren auf eine Reaktionsträgheit des Metalles zurück: Die chemische Passivität des Eisens.

Die Wirksamkeit der Jodpräparate beruht auf der Affinität zwischen Jod und Eisen; es muß aber reines Jod vorhanden sein. So genügt es schon, Eisen und Jod bei Gegenwart von Wasser zusammenzubringen, um beides zu verbinden. Dieser Vorgang geht aber schneller vor sich, wenn das Jod in wässeriger Lösung vorliegt, wie z. B. im Jod-Jodkalium. Man könnte auch hier wieder von einer elektrolytischen Dissoziation sprechen. Die Säure wäre hier Jodwasserstoff, mit dem Eisen die Verbindung eingeht.

$$H^{\cdot} + J' + H^{\cdot} + J' + Fe^{\cdot\cdot} = Fe\,J_2 + H_2$$

Bei dem Jodtrichlorid ist wahrscheinlich die Jodsäure der wirksamste Bestandteil. Dazu kommt noch die Wirkung des Chlors in statu nascendi. Die Verbindung zerfällt bei Gegenwart von viel Wasser in Jodmonochlorid, Jodsäure und Salzsäure.

$$4\,JCl_3 + 6\,H_2O = 2\,J\,Cl + 2\,H\,JO_3 + 10\,HCl.$$

Jodtrichlorid kann in verschlossenen Glasröhrchen von der Fa. Merck bezogen werden. Es ist gegen Licht sehr empfindlich. Eine Berührung mit Metallen ist zu vermeiden, da das Präparat lebhaft mit ihnen reagiert. Die Lösung muß von Fall zu Fall neu hergestellt werden. Dabei entwickeln sich sehr unangenehme Dämpfe. Es ist allerdings das wirksamste Mittel. Man muß aber den Schmelz vor dem Medikament schützen, da Jodtrichlorid den Schmelz besonders stark angreift. Ich habe zwei intakte Praemolaren in eine 25 % und eine konzentrierte Lösung dieses Salzes gelegt. Nach 12 Stunden war fast der ganze Schmelz an beiden Zahnkronen aufgelöst, während das Dentin noch hart, allerdings stark verfärbt war.

Oberer Praemolar nach 12stündiger Einwirkung einer conc. Lösung von Jodtrichlorid.

Der entsprechende Zahn der anderen Seite nach der gleichen Vorbehandlung mit einer 25%-Lösung v. Jodtrichlorid.

Um zu übersehen, was auf diesem Gebiete noch erreicht werden kann, müssen wir uns überlegen, welche Lösungsmittel für Eisen überhaupt möglich sind. Es bleiben von allen anorganischen Verbindungen nur die Mineralsäuren und die Halogene. Von den Halogenen schalten Fluor und Chlor aus, da sie als Gase nicht an das Eisen herangebracht werden können. Brom und Jod sind bereits untersucht worden; ihre Wirkung entspricht aber leider nicht den Erwartungen. Die Mineralsäuren sind zur Auflösung des Eisens im Wurzelkanal

ungeeignet. Wohl können im Reagenzglas z. B. mit Salpetersäure gute Resultate erzielt werden, doch liegen im Zahn die Verhältnisse völlig anders. Die wenigen Tropfen Säure, die wir in den Anfang des Kanales bringen können, sind sehr schnell durch die Kalksalze des Dentins neutralisiert, wenn wir sie bis zum Bruchstück hochgepumpt haben. Eine Auflösung des Stahles ist also nicht zu erwarten, aber es besteht die Gefahr einer Verätzung der Schleimhaut oder des Paradentiums, wenn zuviel Säure Verwendung findet. Bei der Erweiterung des Kanales können die Säuren benutzt werden, doch auch hier ist ihre Wirkung problematisch.

Bei allen Auflösungsversuchen muß man aber auch berücksichtigen, daß nur ein kleiner Teil der Nadel dem Lösungsmittel ausgesetzt ist. Es kann im wesentlichen nur an dem kleinen Querschnitt wirken, da das Bruchstück ja mit mehr oder weniger großen Flächen zwischen den Kanalwänden festgeklemmt ist. Dazu kommt, daß nur einige Tropfen des Medikamentes in den Wurzelkanal eingebracht werden können. Die Auflösung wird also nur sehr langsam vonstatten gehen.

Zur Feststellung, ob tiefsitzende Fragmente von den geringen Mengen des Lösungsmittels genügend angegriffen werden, um eine Entfernung zu ermöglichen, habe ich an extrahierten Zähnen Versuche in diesem Sinne angestellt. Nach einer geringen Kanalerweiterung klemmte ich ein Stückchen Millernadel etwa in der Mitte des Kanales fest. Danach brachte ich die Lösungsmittel, die nach den bisherigen Versuchen einige Aussicht auf Erfolg boten, in den Kanal ein, legte einen damit getränkten Wattebausch in das Pulpenkavum und verschloß die Höhle mit Fletcher-Zement. Nach 8 Tagen entfernte ich die Einlage und versuchte mit einem Nervextraktor das Nadelstück zu beseitigen. Es ist mir in keinem Fall gelungen. In einigen besonders günstig gelagerten Fällen konnte ich eine Erweiterung des Kanales an dem Fragment vorbei bis zur Wurzelspitze erzielen. Diese Erfolge führe ich aber auf oval geformte, nur partiell verschlossene Kanäle zurück. Danach

zerstörte ich die Wurzel und untersuchte das Nadelstück. Ich fand bei:

Eisenchlorid	keinen Effekt
Jodtrichlorid conc.	leichten Effekt
Jodtrichlorid 25 %	leichten Effekt
Jod-Jodkalium conc.	sehr leichten Effekt
Jod-Jodkalium nach Bruy	leichten Effekt
Salpetersäure conc. mit 1 Tropfen Schwefelsäure versetzt	sehr leichten Effekt
Schwefelsäure 75 % mit 1 Tropfen Schwefelsäure versetzt	sehr leichten Effekt
Schwefelsäure 50 % mit 1 Tropfen Schwefelsäure versetzt	sehr leichten Effekt
Königswasser conc.	keinen Effekt
Königswasser 75 %	keinen Effekt
umgekehrtes Königswasser conc.	keinen Effekt
umgekehrtes Königswasser 75 %	sehr leichten Effekt

Die Einwirkung war ausschließlich an dem Querschnitt der Nadel erfolgt. Ein Vorbeisickern des Lösungsmittels hatte fast gar nicht stattgefunden. Die besten Ergebnisse zeigten die Jodpräparate. Bei den Säuren, die im Reagenzglasversuch gute Resultate ergaben, konnte ich keine nennenswerten Einwirkungen feststellen. Die Vermutungen, die schon vorher auf Grund der Überlegungen bestanden hatten, wurden damit vollauf bestätigt. Nun prüfte ich noch die Wirkung der beiden Jodpräparate in verschiedener Konzentration bei wiederholter Anwendung. Dabei hielt ich mich bei Jodtrichlorid streng an die Vorschriften von Waas. Nach einer 1 ½ stündigen Behandlung fand ich bei der konzentrierten Lösung und auch bei der 25 % Verdünnung einen leidlich guten Effekt an der ganzen Nadelspitze. Schlechter fielen die Untersuchungen bei Jodjodkalium aus. Hier erneuerte ich eine Woche lang täglich die Einlagen und erweiterte dabei den Kanal. Trotz sorgfältiger Arbeit fand ich bei der Verdünnung nach Bruy nur geringe Einwirkung an der Stahlspitze, die im wesentlichen auf den Querschnitt der Nadel beschränkt war. Allerdings war das Fragment im apikalen Drittel des Kanals eingeklemmt. Bei der konzentrierten Lösung war das Ergebnis besser. Ich sah an der

ganzen Spitze einen leidlichen Effekt und eine stärkere Zerstörung als bei dem verdünnten Medikament.

Nach diesen Versuchen fand ich Gelegenheit, wenigstens Jodjodkalium am Patienten zu erproben. Zwei Beutelrockerweiterer, die bei einer Kanalerweiterung nahe dem Eingang abgebrochen waren, konnten nach einer Behandlung mit konzentrierter Jodjodkaliumlösung entfernt werden. Nach dreitägiger Einwirkung ließen sich die vorher klemmenden Bruchstücke leicht mit der Pinzette entfernen. Ich darf daraus schließen, daß eine Korrosion an den Schneiden erfolgt war, so daß die Entfernung, die vorher gar nicht gelingen wollte, dann leicht möglich war.

Ich will hier noch kurz die rechtliche Lage erörtern. Durch das Abbrechen eines Instrumentes und Verbleiben des Fragmentes im Wurzelkanal kommt es nicht selten zum Verlust des Zahnes. Es fragt sich nun, ob der Patient für den Schaden, den er durch den Verlust des Zahnes erleidet, irgendwelche Ersatzansprüche gegen den Zahnarzt geltend machen kann. Ein solcher Anspruch des Patienten ergibt sich evtl. aus dem Vertrage mit dem Zahnarzt. Ob und in welchem Umfange der Zahnarzt für den Verlust des Zahnes, der durch das abgebrochene Instrument verursacht wurde, haftet, richtet sich in erster Linie nach dem Inhalt des Vertrages.

Es mag im einzelnen Falle zweifelhaft sein, ob dadurch, daß der Patient einen Schaden behandeln läßt, der Abschluß eines Werkvertrages oder eines Dienstvertrages vorliegt. Würde man annehmen, es handle sich dabei um einen Werkvertrag im Sinne von § 631 BGB., so ergäbe sich daraus für den Zahnarzt die Verpflichtung, einen bestimmten Heilerfolg herbeizuführen. Dies Ergebnis ist aber offenbar nicht tragbar und entspricht den praktischen Erfordernissen des Lebens in keiner Weise. Der Heilerfolg ist stets von zu vielen Umständen abhängig, die außerhalb einer Einwirkungsmöglichkeit des Arztes liegen, als daß er zum Inhalt des Vertrages zwischen Arzt und Patienten gemacht werden könnte. Nur ausnahmsweise wäre daher anzunehmen, daß zwischen Zahnarzt und Patienten

ein Werkvertrag gemäß §§ 631 ff. BGB. geschlossen wurde, wie z. B. dann, wenn rein technische Behandlung erforderlich ist, wo der Erfolg ausschließlich von der Tätigkeit des Zahnarztes und seinem Können abhängt. Von diesem Ausnahmefalle abgesehen, dürfte man in der Regel den Vertrag zwischen Zahnarzt und Patienten als einen Dienstvertrag i. S. von §§ 611 ff. BGB. ansehen. Dadurch verpflichtet sich der Zahnarzt zur Verrichtung von Diensten, die in einer sachgemäßen Behandlung des Patienten bestehen. Er haftet also grundsätzlich nicht für den Eintritt des mit der Behandlung bezweckten Erfolges, und er haftet ebenso auch nicht für einen eventuellen Schaden, der trotz sachgemäßer Behandlung durch dieselbe verursacht wird. Seine Pflichten aus dem Vertrage hat der Zahnarzt vielmehr damit erfüllt, daß er die Behandlung lege artis durchführt. Ein Anspruch des Patienten gegen den Zahnarzt kommt vielmehr erst dann in Frage, wenn der Zahnarzt seine Pflicht zur sachgemäßen Ausführung der Behandlung schuldhaft verletzt hat, § 276 BGB.

Bricht nun dem Zahnarzt ein Instrument ab und bleibt dieses im Wurzelkanal stecken, so kann darin allein noch keine Verletzung der Vertragspflicht gesehen werden, denn ein solches Ereignis läßt sich trotz größter Sorgfalt nicht immer vermeiden. Selbst dann, wenn er die Behandlung fortsetzen würde, ohne das Fragment zu beseitigen, könnte man darin noch keine Verletzung der Vertragspflicht erblicken, wenn es nach allgemeinen zahnärztlichen Erfahrungen unmöglich erscheint, daß dem Patienten hieraus irgendein Schaden erwachsen könnte. In diesem Falle hätte der Zahnarzt nicht einmal die Verpflichtung, dem Patienten von dem Vorfall Mitteilung zu machen. Da keine besondere Abmachung besteht, kann man keine Verpflichtung des Zahnarztes anerkennen, den Patienten darüber aufzuklären, wie er seinen Vertragspflichten nachgekommen ist. Besteht jedoch im einzelnen Falle die Gefahr, daß durch das im Wurzelkanal verbliebene Fragment der Verlust des Zahnes oder ein anderer Schaden verursacht werden könnte, so muß der Zahnarzt das Fragment beseitigen oder

doch wenigstens alle Maßnahmen ergreifen, die einen Schaden verhindern könnten. Dies ergibt sich in diesem Falle schon aus seiner Verpflichtung zur sachgemäßen Ausführung der Behandlung. Es würde daher eine schuldhafte Verletzung seiner Vertragspflicht bedeuten, wenn er dann die Behandlung fortsetzen würde, obgleich er die drohende Gefahr hätte voraussehen müssen. Tritt hierdurch der Verlust des Zahnes oder ein anderer Schaden bei dem Patienten ein, so kann er gegen den Zahnarzt einen Schadensersatzanspruch gemäß § 276 BGB. geltend machen.

Ein weiterer Anspruch des Patienten könnte sich auch aus § 823 BGB. ergeben. Daß der Verlust eines Zahnes eine Verletzung der körperlichen Integrität des Patienten darstellt, ist unzweifelhaft. Beruht diese Verletzung des Körpers weiterhin auf einem schuldhaften Verhalten des Zahnarztes, wie es dadurch gegeben sein kann, daß er das Fragment nicht oder in nicht geeigneter Weise entfernte, so wäre er dem Patienten auch auf Grund von § 823 BGB. zum Ersatz des Schadens verpflichtet. Dieser Schadensersatzanspruch würde weitergehen als der aus dem Vertrage, denn hier könnte der Geschädigte nicht nur Ersatz des materiellen Schadens, sondern auch nach § 847 BGB. ein Schmerzensgeld verlangen.

Darüber hinaus könnte der Zahnarzt auf Antrag des Patienten aber auch strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden, wenn er den Verlust des Zahnes schuldhaft verursacht hat. Dies stellt eine Körperverletzung im Sinne von § 223 StrGB. dar. Beruht der Verlust des Zahnes auf einem fahrlässigen Verhalten des Zahnarztes, so käme eine Bestrafung aus § 230 StrGB. mit Gefängnis oder Geldstrafe in Betracht.

Zusammentassend ist also zu sagen: Alle Arten von Nadeln brechen, relativ häufig die Pastenfüller. Doch kann man leicht auf den Lentulo verzichten, denn bei engem Kanal kann er nicht angewendet werden, und ist der Kanal weit, so kann man auch ohne ihn gut füllen. Die Entfernung gelingt mit rein mechanischen Mitteln nur bei lockersitzenden oder gut zugänglichen Fragmenten. Man erweitert den Kanal mit Kerr-

bohrern oder Rattenschwanzfeilen und eventuell Säuren. Zweckmäßig nimmt man dazu umgekehrtes Königswasser, da diese Säure das Dentin am stärksten angreift. Dann wird konzentrierte Jod-Jodkaliumlösung in den Kanal gepumpt, ein Wattebausch damit getränkt, in den Kanaleingang gelegt und verschlossen. Die Einlage wird so lange täglich erneuert, bis das zerstörte oder gelockerte Stahlstückchen entfernt werden kann. Oder man folgt dem Behandlungsplan, den Waas aufgestellt hat. Er bringt einige Tropfen einer 25%-Lösung von Jodtrichlorid für drei Minuten in den Kanal ein, saugt die Flüssigkeit ab und versucht dann die mechanische Entfernung des Fragmentes. Diese Behandlung wird so oft wiederholt, bis das Bruchstück entfernt ist. Die Lösung muß aber immer frisch angesetzt und sehr vorsichtig benutzt werden.

Gelingt die Entfernung auf diese Weise nicht, so wird der Kanal soweit wie möglich abgefüllt. Diese Versuche, das Fragment aufzulösen, empfehle ich nur dann, wenn der Kanalinhalt infiziert ist. Wenn dies nicht oder nicht mehr der Fall ist, weil der Kanal vielleicht zur Aufnahme der Wurzelfüllung bereits fertig vorbereitet ist, so würde ich vorschlagen, das Fragment im Kanal zu belassen. Eventuell kann vor der Wurzelfüllung noch eine Diathermiebehandlung durchgeführt werden. Man wird allerdings dadurch keinen völlig sterilen Kanal erzielen können. Eine Kombination mit Einlagen mit stark wirkenden Desinfektionsmitteln ist daher ratsam. Wenn dann noch Schmerzen auftreten, muß der chirurgische Weg als letzte Rettung eingeschlagen werden und die Radikaloperation der Paradentitis apicalis folgen.

Wird der Kanal nur partiell von dem Fragment verschlossen, so lohnt es, den Versuch an der Nadel vorbeizufüllen. Es wird diese künstlich geschaffene Kanalenge vorsichtig erweitert. Am besten benutzt man dazu Kerrbohrer, die aber als Feilen gebraucht werden. Danach wird wie üblich abgefüllt. Ich würde allerdings raten, die Füllpaste etwas dünnflüssiger als gewöhnlich zu verwenden. Wird Chlorpercha zur Wurzelfüllung benutzt, so wäscht man den Kanal mit Chloroform aus.

Oberer Praemolar mit fast völligem Verschluß des einen Kanales durch die Spitze eines Kanalerweiterers

Der gleiche Praemolar. Neben der Wurzelfüllung ist noch das Nadelfragment sichtbar

Am leichtesten gelingt es an einer Nadel vorbeizufüllen, die in dem Wurzelkanal eines Praemolaren abgebrochen ist, denn besonders hier hat der Kanal häufig eine mehr längliche Form. Zudem sind diese Kanäle einer Bearbeitung gut zugänglich. Ist dieser Versuch gelungen, so sind keinerlei Nachwirkungen mehr zu fürchten.

Zum Schlusse meiner Arbeit möchte ich Herrn Dr. med. habil. Dr. med. dent. E. Harndt für die freundliche Überlassung des Themas und sein Interesse an der Arbeit herzlichst danken.

Literaturverzeichnis

Arend: Versammlungsbericht über die 3. Jahresversammlung des Vereines Schleswig-Holsteinischer Zahnärzte in Altona. Deutsche Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1878, S. 73.

Ausubel, Herman: How to Remove a Broken Broach from a Root-Canal. The Dental Cosmos 1926, S. 1114.

* *Bilasko, Gh.:* Indepartarea acelor fracturata cin canale dintilor. Revista Stomatologica 1925, S. 137. — Ref. Fortschritte der Zahnheilkunde 1927, II. Teil S. 338.

Bruy, Wilhelm: Beitrag zum Thema: Abgebrochene Instrumente in den Wurzelkanälen. Deutsche Zahnheilkunde 1927, H. 48, S. 5.

Chwolson, O. D.: Lehrbuch der Physik. Band I, 2. Teil, 2. Aufl.

* *Clifford, E. L.:* Die Entfernung abgebrochener Bohrerspitzen. Dental Review. — Ref. Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1888, S. 98.

* *Conrad, William:* Das Abbrechen von Instrumenten in Wurzelkanälen. Archiv of Dentistry. — Ref. Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1891, S. 241.

Cooke, A. R.: The Dental Cosmos 1926, S. 1229.

Crane, A. B.: A Practicable Root-Canal Technic. The Dental Cosmos 1919, H. 12; 1920, H. 1—6, S. 140.

Dependorf, Th.: Die Wurzelbehandlung bei erkrankter Pulpa und erkranktem periapicalen Gewebe, einschließlich Pulpaüberkappung. Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde 1911, S. 897.

Fehling, Hermann von: Neues Handwörterbuch der Chemie 1881.

Feiler, Erich: Leitfäden der Zahnheilkunde, Band I, 1925.

* *Feldman M. H.:* zitiert bei Prinz: A Practical Method for the Removal of Broken Instruments.

Fernandez, S. J.: The Gates-Glidden Drill: A few Suggestions. The Dental Cosmos 1904, S. 284.

* *Filderman, Jaques:* Die Beseitigung von Bruchstücken von in den Wurzelkanälen abgebrochenen Instrumenten. Revue odontologique 1934, H. 5. — Ref. Zahnärztliche Rundschau 1935, S. 560.

Frey, E.: Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. 3. Aufl.

Fricke: Versammlungsbericht über die 3. Jahresversammlung des Vereins Schleswig-Holsteinischer Zahn-

ärzte in Altona. Deutsche Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1878, S. 73.

Goerens, P., und *Mailänder, R.*: Prüfung und Untersuchung der Metalle und Legierungen. Handbuch der Experimentalphysik von W. Wien und F. Harms 1926 bis 1937, Band V.

Graham, Don. M.: Die Verhütung und Behandlung von Wurzelkanal-Infektionen und deren Folgezuständen. Dominion Dental Journal 1911, Nr. 2. Übertragung: Zeitschrift für Zahnheilkunde 1911, S. 137.

Kohlrausch, Eduard: Strafgesetzbuch mit Erläuterungen und Nebengesetzen. 35. Aufl. 1940.

Lehnartz, Emil: Einführung in die chemische Physiologie. 3. Aufl. 1939, S. 113.

* *Maccaferri, Giuseppe*: Über die Entfernung von Metallsplittern aus den Wurzelkanälen. Rivista Italiana die Stomatologia. 1932, H. 3. Ref. Fortschritte der Zahnheilkunde 1933, II. Teil, S. 426.

Moral, Hans: Wurzelbehandlung. Handbuch der Zahnheilkunde. Herausgegeben von C. Partsch, Chr. Bruhn und A. Kontorowicz. 2. Aufl. 1925, Bd. II, S. 390.

Müller, Berthold, und Walcher: Gerichtliche und soziale Medizin, einschließlich des Ärzterechts 1938, S. 136.

Münzesheimer, Fritz: Die Wurzelbehandlung mit Hochfrequenzstrom 1931, S. 58.

* *Palmer, S. B.*: Abgebrochene Bohrer aus dem Wurzelkanal zu entfernen. Dental Weekly. Ref. Korrespondenz für Zahnärzte 1899, S. 190.

* *Pearson*: Um abgebrochene Instrumente aus dem Wurzelkanal zu entfernen. Ohio Dental Journal 1894. Dez. Ref. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1895, S. 152.

Prinz, Hermann: A Practical Method for the Removal of Broken Instruments from Root-Canals. The Dental Cosmos 1922, H. 11.

—: Electro-Sterilization of Root-Canals. The Dental Cosmos 1917, H. 4; 1918, H. 12.

Rebel, Hans Hermann: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde 1938, S. 448.

Sachs, Georg: Plastische Verformung. Handbuch der Experimentalphysik von W. Wien u. F. Harms. 1926-1937, Band V.

Safron, Rudolf: Neuerungen und Erfahrungen auf dem Gebiet der Wurzelbehandlung und -füllung. Schweizerische Vierteljahrsschrift f. Zahnheilkunde 1911, Seite 4.

Scheiber, Franz: Der Bruch von Werkzeugen im Wurzelkanal. Zahnärztliche Rundschau 1931, Nr. 41.

Schmidt: Versammlungsbericht über die 3. Jahresversammlung des Vereins Schleswig-Holstein. Zahnärzte in Altona. Deutsche Vierteljahresschr. f. Zahnheilkunde 1878, S. 73.

Schreiter: Bericht über die Verhandlungen des Central-Vereins Deutscher Zahnärzte in Leipzig. Deutsche Vierteljahresschrift f. Zahnheilkunde 1877, S. 454.

Schuster, Ernst: Die Sektion der Zahnwurzel. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde 1913, S. 43.

Schwarze, P.: Sitzungsbericht der zahnärztlichen Gesellschaft zu Leipzig vom 3. 7. 1905, Deutsche Zahnärztl. Wochenschrift 1906.

Staudinger, J. v.: Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch und die Einführungsgesetze. 9. Aufl. 1928.

Truemann, William H.: Sitzungsbericht der Pennsylvania Association of Dental Surgeons. The Dental Cosmos 1889, S. 392.

Waas, Milton J.: Trichlorid of Jodin in Dentistry. The Dental Cosmos 1918, S. 908.

Walkhoff, Otto: Lehrbuch der konserv. Zahnheilkunde. 3. Aufl. 1931, S. 341.

— Die Erweiterung und Formgestaltung der Wurzelkanäle auf rein instrumentellem Wege. Zahnärztliche Rundschau 1931, Nr. 16.

Wannenmacher, E.: Die Pulpa- und Wurzelbehandlung, ihre Indikation und Grenzen. 1938, S. 56.

— Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde, Band II. Leipzig 1940.

Wolf, Hermann: Die Wurzelspitzenresektion. Handbuch der Zahnheilkunde. Herausgegeben von Scheff. 4. Aufl. 1930, Band V, S. 394.

---

* Diese Arbeiten waren mir nur in Referaten zugänglich, da die entsprechenden Zeitschriften in keiner öffentlichen Deutschen Bibliothek vorhanden sind.

Lebenslauf

Als Sohn des Dentisten Paul Klammt und seiner Ehefrau Bertha, geb. Glaubitz, wurde ich am 3. August 1916 in Görlitz geboren. Nach vier Grundschuljahren besuchte ich das Reform-Realgymnasium in Görlitz und erwarb Ostern 1935 das Zeugnis der Reife. Seit dieser Zeit studiere ich Zahnheilkunde und Medizin an den Universitäten Freiburg und Berlin. In Berlin erhielt ich am 26. April 1940 die Approbation als Zahnarzt.